

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

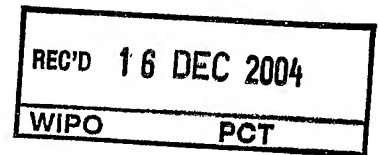
25.10.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 6 9 4 2 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 6 9 4 2 3]



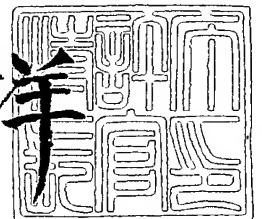
出 願 人 東 洋 ゴ ム 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 P04049TB
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C08G 18/00
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡績株式会社総合研究所内
 【氏名】 下村 哲生
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡績株式会社総合研究所内
 【氏名】 中森 雅彦
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県大津市堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡績株式会社総合研究所内
 【氏名】 山田 孝敏
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 7 番 1 8 号 東洋ゴム工業株式会社内
 【氏名】 小川 一幸
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 7 番 1 8 号 東洋ゴム工業株式会社内
 【氏名】 数野 淳
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 7 番 1 8 号 東洋ゴム工業株式会社内
 【氏名】 渡邊 公浩
【特許出願人】
 【識別番号】 000003160
 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目 2 番 8 号
 【氏名又は名称】 東洋紡績株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 000003148
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 7 番 1 8 号
 【氏名又は名称】 東洋ゴム工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100092266
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鈴木 崇生
 【電話番号】 06-6838-0505
【選任した代理人】
 【識別番号】 100104422
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 梶崎 弘一
 【電話番号】 06-6838-0505

【選任した代理人】
【識別番号】 100105717
【弁理士】
【氏名又は名称】 尾崎 雄三
【電話番号】 06-6838-0505
【選任した代理人】
【識別番号】 100104101
【弁理士】
【氏名又は名称】 谷口 俊彦
【電話番号】 06-6838-0505
【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 64653
【出願日】 平成15年 3月11日
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 074403
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9811811
【包括委任状番号】 9816329

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、前記光透過領域は、厚さが 0.5 ～ 4 mm であり、かつ波長 500 ～ 700 nm の全領域における光透過率が 80 % 以上であり、さらに pH 11 の KOH 水溶液に 24 時間浸漬した後の測定波長 λ における光透過率 T_1 (%) と、浸漬前の測定波長 λ における光透過率 T_0 (%) との差である ΔT ($\Delta T = T_0 - T_1$) (%) が、測定波長 400 ～ 700 nm の全範囲内で 10 (%) 以内であることを特徴とする研磨パッド。

【請求項 2】

前記光透過領域は、浸漬前において、下記式で表される測定波長 400 ～ 700 nm での光透過率の変化率が 50 (%) 以下である請求項 1 記載の研磨パッド。

変化率 (%) = { (400 ～ 700 nm における最大光透過率 - 400 ～ 700 nm における最小光透過率) / 400 ～ 700 nm における最大光透過率 } × 100

【請求項 3】

前記光透過領域は、浸漬前において、測定波長 400 nm における光透過率が 20 % 以上である請求項 1 又は 2 記載の研磨パッド。

【請求項 4】

前記光透過領域は、浸漬前において、測定波長 500 ～ 700 nm における各光透過率の差が 5 (%) 以内である請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項 5】

前記光透過領域の形成材料が、無発泡体である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項 6】

前記研磨領域の形成材料が、微細発泡体である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項 7】

前記光透過領域は、研磨側表面に研磨液を保持・更新する凹凸構造を有しない請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項 8】

前記研磨領域は、研磨側表面に溝が設けられている請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を含む半導体デバイスの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】研磨パッドおよび半導体デバイスの製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウエハ表面の凹凸をケミカルメカニカルポリッシング（CMP）で平坦化する際に使用される研磨パッドに関し、詳しくは、アルカリ性スラリーを使用するCMPにおいて、研磨状況等を光学的手段により検知するための窓を有する研磨パッド、及び該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置を製造する際には、ウエハ表面に導電性膜を形成し、フォトリソグラフィー、エッチング等を行うことにより配線層を形成する工程や、配線層の上に層間絶縁膜を形成する工程等が行われ、これらの工程によってウエハ表面に金属等の導電体や絶縁体からなる凹凸が生じる。近年、半導体集積回路の高密度化を目的として配線の微細化や多層配線化が進んでいるが、これに伴い、ウエハ表面の凹凸を平坦化する技術が重要となってきた。

【0003】

ウエハ表面の凹凸を平坦化する方法としては、一般的にCMP法が採用されている。CMPは、ウエハの被研磨面を研磨パッドの研磨面に押し付けた状態で、砥粒が分散されたスラリー状の研磨剤（以下、スラリーともいう）を用いて研磨する技術である。

【0004】

CMPで一般的に使用する研磨装置は、例えば図1に示すように、研磨パッド1を支持する研磨定盤2と、被研磨対象物（ウエハ）4を支持する支持台5（ポリッシングヘッド）とウエハの均一加圧を行うためのバックング材と、研磨剤の供給機構を備えている。研磨パッド1は、例えば、両面テープで貼り付けることにより、研磨定盤2に装着される。研磨定盤2と支持台5とは、それぞれに支持された研磨パッド1と被研磨対象物4が対向するように配置され、それぞれに回転軸6、7を備えている。また、支持台5には、被研磨対象物4を研磨パッド1に押し付けるための加圧機構が設けてある。

【0005】

このようなCMPを行う上で、ウエハ表面平坦度の判定の問題がある。すなわち、希望の表面特性や平面状態に到達した時点を検知する必要がある。従来、酸化膜の膜厚や研磨速度等に関しては、テストウエハを定期的に処理し、結果を確認してから製品となるウエハを研磨処理することが行われてきた。

【0006】

しかし、この方法では、テストウエハを処理する時間とコストが無駄になり、また、あらかじめ加工が全く施されていないテストウエハと製品ウエハでは、CMP特有のローディング効果により、研磨結果が異なり、製品ウエハを実際に加工してみないと、加工結果の正確な予想が困難である。

【0007】

そのため、最近では上記の問題点を解消するために、CMPプロセス時に、その場で、希望の表面特性や厚さが得られた時点を検出できる方法が望まれている。このような検知については、様々な方法が用いられている。

【0008】

従来、提案されている検知手段としては、

- (1) ウエハとパッド間の摩擦係数をウエハ保持ヘッドや定盤の回転トルクの変化として検出するトルク検出法（特許文献1）
- (2) ウエハ上に残る絶縁膜の厚さを検出する静電容量法（特許文献2）
- (3) 回転定盤内にレーザー光による膜厚モニター機構を組み込んだ光学的方法（特許文献3、特許文献4）
- (4) ヘッドあるいはスピンドルに取り付けた振動や加速センサーから得る周波数スペク

トルを解析する振動解析方法

(5) ヘッド内に内蔵した差動トランス応用検出法

(6) ウエハと研磨パッドとの摩擦熱やスラリーと被研磨対象物との反応熱を赤外線放射温度計で計測する方法 (特許文献5)

(7) 超音波の伝播時間を測定することにより被研磨対象物の厚みを測定する方法 (特許文献6、特許文献7)

(8) ウエハ表面の金属膜のシート抵抗を計測する方法 (特許文献8)

などが挙げられる。現在、(1)の方法が多く用いられているが、測定精度や非接触測定における空間分解能の点から(3)の方法が主流となりつつある。

【0009】

(3)の方法である光学的検知手段とは、具体的には光ビームを窓(光透過領域)を通して研磨パッド越しにウエハに照射して、その反射によって発生する干渉信号をモニターすることによって研磨の終点を検知する方法である。

【0010】

現在、光ビームとしては、600nm付近の波長光を持つHe-Neレーザー光や380~800nmに波長光を持つハロゲンランプを使用した白色光が一般的に用いられている。

【0011】

このような方法により、ウエハ表面層の厚さの変化をモニターして、表面凹凸の近似的な深さを知ることによって終点が決定される。このような厚さの変化が凹凸の深さに等しくなった時点で、CMPプロセスを終了させる。また、このような光学的手段による研磨の終点検知法およびその方法に用いられる研磨パッドについては、様々なものが提案されてきた。

【0012】

例えば、固体で均質な190nmから3500nmの波長光を透過する透明なポリマーシートを少なくとも一部分に有する研磨パッドが開示されている(特許文献9、特許文献13)。また、段付の透明プラグが挿入された研磨パッドが開示されている(特許文献3)。また、ポリシング面と同一面である透明プラグを有する研磨パッドが開示されている(特許文献10)。さらに、透光性部材が非水溶性マトリックス材と、該非水溶性マトリックス材中に分散された水溶性粒子とを含有してなり、400~800nmの光線透過率が0.1%以上である研磨パッドが開示されている(特許文献11、特許文献12)。いずれも終点検知用の窓として用いることが開示されている。

【特許文献1】米国特許第5069002号明細書

【特許文献2】米国特許第5081421号明細書

【特許文献3】特開平9-7985号公報

【特許文献4】特開平9-36072号公報

【特許文献5】米国特許第5196353号明細書

【特許文献6】特開昭55-106769号公報

【特許文献7】特開平7-135190号公報

【特許文献8】米国特許第5559428号明細書

【特許文献9】特表平11-512977号公報

【特許文献10】特開平10-83977号公報

【特許文献11】特開2002-324769号公報

【特許文献12】特開2002-324770号公報

【特許文献13】特開2003-48151号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

前記のように、光ビームとしてはHe-Neレーザー光やハロゲンランプを使用した白色光などが用いられているが、白色光を用いた場合には、さまざまな波長光をウエハ上に

あてることができ、多くのウエハ表面のプロファイルが得られるという利点がある。この白色光を光ビームとして用いる場合には、広い波長範囲で検出精度を高める必要がある。

【0014】

また今後、半導体製造における高集積化・超小型化において、集積回路の配線幅はますます小さくなっていくことが予想され、その際には高精度の光学的終点検知が必要となるが、従来の終点検知用の窓は広い波長範囲で十分満足できるほどの精度を有していない。特に、研磨パッドの使用開始時にはある程度満足できる検出精度が得られても、アルカリ性研磨スラリーを使用して研磨した場合には、光透過領域が徐々に白濁や劣化して終点検知精度が低下してくるという問題があった。そのため、従来の窓は、使用開始から使用終了時までの長期にわたり高精度の光学的終点検知を維持し続けることはできなかった。

【0015】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、アルカリ性スラリーを用いて研磨を行う場合でも、使用開始から使用終了時までの長期にわたり高精度の光学的終点検知を維持し続けることができる研磨パッド、及び該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明者は、上述のような現状に鑑み鋭意研究を重ねた結果、研磨パッド用の光透過領域として、下記の光透過領域を用いることにより、上記課題を解決できることを見出した。

【0017】

すなわち、本発明は、ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、前記光透過領域は、厚さが0.5～4 mmであり、かつ波長500～700 nmの全領域における光透過率が80%以上であり、さらにpH11のKOH水溶液に24時間浸漬した後の測定波長 λ における光透過率 T_1 (%)と、浸漬前の測定波長 λ における光透過率 T_0 (%)との差である ΔT ($\Delta T = T_0 - T_1$)(%)が、測定波長400～700 nmの全範囲内で10%(%)以内であることを特徴とする研磨パッド、に関する。

【0018】

研磨パッドの光透過領域を通過する光の強度の減衰が少ないほど研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度を高めることができる。そのため、使用する測定光の波長における光透過率の度合いは、研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度を決定づけるため重要となる。本発明の光透過領域は、特に短波長側での光透過率の減衰が小さく、広い波長範囲で検出精度を高く維持することが可能である。

【0019】

上記のように一般的に用いられている研磨装置は、500～700 nm付近に発信波長を持つレーザーを用いているため、該波長領域での光透過率が80%以上であれば高い反射光が得られ、終点検出精度や膜厚検出精度を向上させることができる。該波長領域での光透過率は90%以上であることが好ましく、さらに好ましくは95%以上である。光透過率が80%未満の場合には、反射光が小さくなり終点検出精度や膜厚検出精度が低下する。

【0020】

さらに本発明の光透過領域は、前記KOH水溶液への浸漬前後の光透過率の差である ΔT (%) [$\Delta T = (\text{浸漬前の光透過率 } T_0) - (\text{浸漬後の光透過率 } T_1)$] が、測定波長400～700 nmの全範囲内で10%(%)以内であり、耐アルカリ性に優れるため、研磨時に使用されるアルカリ性スラリーの繰り返し使用に十分耐えることができる。そのため、光透過領域が徐々に白濁したり劣化することがなく、使用開始から使用終了時までの長期にわたり高精度の光学的終点検知を維持し続けることができる。前記 ΔT (%)は9%(%)以内であることが好ましい。 ΔT (%)が10%(%)より大きい場合には、アルカリ性スラリーとの接触により光透過領域の透明性が徐々に低下してくるため、長期にわたり

高精度の光学的終点検知を維持し続けることができない。

【0021】

前記光透過領域は、KOH水溶液浸漬前において、下記式で表される測定波長400～700nmでの光透過率の変化率が50（％）以下であることが好ましく、さらに好ましくは25（％）以下である。

【0022】

変化率（％）＝ $\{(400\sim 700\text{ nmにおける最大光透過率}-400\sim 700\text{ nmにおける最小光透過率}) / 400\sim 700\text{ nmにおける最大光透過率}\} \times 100$

光透過率の変化率が50（％）を超える場合には、短波長側での光透過領域を通過する光の強度の減衰が大きくなり、干渉光の振幅が小さくなるため研磨終点検出精度や膜厚測定精度が低下する傾向にある。

【0023】

また、前記光透過領域は、KOH水溶液浸漬前において、測定波長400nmにおける光透過率が20％以上であることが好ましく、さらに好ましくは50％以上である。波長400nmにおける光透過率が20％以上であれば、400～700nm付近に発信波長を有するレーザーを用いることができ、より多くのウエハ表面のプロファイルが得られるため、研磨終点検出精度や膜厚測定精度をさらに高めることができる。

【0024】

また、前記光透過領域は、KOH水溶液浸漬前において、測定波長500～700nmにおける各光透過率の差が5（％）以内であることが好ましく、さらに好ましくは3（％）以内である。各波長における光透過率の差が5（％）以内であれば、ウエハの膜厚を分光解析する場合に、ウエハ上へ一定の入射光を照射でき、正確な反射率を算出できるため検出精度を高めることができる。

【0025】

なお、本発明における光透過領域の光透過率は、光透過領域の厚みが1mmの場合の値、又は1mmの厚みに換算した場合の値である。一般に、光透過率は、L a m b e r t — B e e rの法則より、光透過領域の厚みによって変化する。厚みが大きいほど、光透過率は低下するため、厚みを一定にした時の光透過率を算出する必要がある。

【0026】

本発明において、前記光透過領域の形成材料は無発泡体であることが好ましい。無発泡体であれば光の散乱を抑制することができるため、正確な反射率を検出することができ、研磨の光学終点の検出精度を高めることができる。

【0027】

また、前記光透過領域の研磨側表面に研磨液を保持・更新する凹凸構造を有しないことが好ましい。光透過領域の研磨側表面にマクロな表面凹凸があると、凹部に砥粒等の添加剤を含有したスラリーが溜まり、光の散乱・吸収が起こり、検出精度に影響を及ぼす傾向にある。さらに、光透過領域の他面側表面もマクロな表面凹凸を有しないことが好ましい。マクロな表面凹凸があると、光の散乱が起こりやすく、検出精度に影響を及ぼすおそれがあるからである。

【0028】

本発明においては、前記研磨領域の形成材料が、微細発泡体であることが好ましい。

【0029】

また、前記研磨領域の研磨側表面に溝が設けられていることが好ましい。

【0030】

また、前記微細発泡体の平均気泡径は、70 μ m以下であることが好ましく、さらに好ましくは50 μ m以下である。平均気泡径が70 μ m以下であれば、プラナリティ（平坦性）が良好となる。

【0031】

また、前記微細発泡体の比重は、0.5～1.0g/cm³であることが好ましく、さらに好ましくは0.7～0.9g/cm³である。比重が0.5g/cm³未満の場合、研

磨領域の表面の強度が低下し、被研磨対象物のプラナリティが低下し、また、 1.0 g/cm^3 より大きい場合は、研磨領域表面の微細気泡の数が少なくなり、プラナリティは良好であるが、研磨速度が小さくなる傾向にある。

【0032】

また、前記微細発泡体の硬度は、アスカーD硬度で35～65度であることが好ましく、さらに好ましくは35～60度である。アスカーD硬度が35度未満の場合には、被研磨対象物のプラナリティが低下し、65度より大きい場合には、プラナリティは良好であるが、被研磨対象物のユニフォーミティ（均一性）が低下する傾向にある。

【0033】

また、前記微細発泡体の圧縮率は、0.5～5.0%であることが好ましく、さらに好ましくは0.5～3.0%である。圧縮率が前記範囲内であれば十分にプラナリティとユニフォーミティを両立させることが可能となる。なお、圧縮率は下記式により算出される値である。

【0034】

$$\text{圧縮率 (\%)} = \{ (T1 - T2) / T1 \} \times 100$$

T1：微細発泡体は無負荷状態から30 KPa (300 g/cm^2)の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

T2：T1の状態から180 KPa (1800 g/cm^2)の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

また、前記微細発泡体の圧縮回復率は、50～100%であることが好ましく、さらに好ましくは60～100%である。50%未満の場合には、研磨中に繰り返しの荷重が研磨領域にかかるにつれて、研磨領域の厚みに大きな変化が現れ、研磨特性の安定性が低下する傾向にある。なお、圧縮回復率は下記式により算出される値である。

【0035】

$$\text{圧縮回復率 (\%)} = \{ (T3 - T2) / (T1 - T2) \} \times 100$$

T1：微細発泡体は無負荷状態から30 KPa (300 g/cm^2)の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

T2：T1の状態から180 KPa (1800 g/cm^2)の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

T3：T2の状態から無負荷状態で60秒間保持し、その後、30 KPa (300 g/cm^2)の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

また、前記微細発泡体の40℃、1 Hzにおける貯蔵弾性率が、150 MPa以上であることが好ましく、さらに好ましくは250 MPa以上である。貯蔵弾性率が150 MPa未満の場合には、研磨領域の表面の強度が低下し、被研磨対象物のプラナリティが低下する傾向にある。なお、貯蔵弾性率とは、微細発泡体に動的粘弾性測定装置で引っ張り試験用治具を用い、正弦波振動を加え測定した弾性率をいう。

【0036】

また、本発明は、前記記載の研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を含む半導体デバイスの製造方法、に関する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

本発明の研磨パッドは、研磨領域および光透過領域を少なくとも有する。

【0038】

光透過領域は、厚さが0.5～4 mmであり、かつ波長500～700 nmの全領域における光透過率が80%以上であり、さらにpH11のKOH水溶液に24時間浸漬した後の測定波長 λ における光透過率 T_1 (%)と、浸漬前の測定波長 λ における光透過率 T_0 (%)との差である ΔT ($\Delta T = T_0 - T_1$) (%)が、測定波長400～700 nmの全範囲内で10 (%)以内であることが必要である。

【0039】

前記光透過領域の形成材料は、前記特性を発現する材料であれば特に制限されないが、

例えば、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ハロゲン系樹脂（ポリ塩化ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデンなど）、ポリスチレン、オレフィン系樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレンなど）、及びエポキシ樹脂などが挙げられる。これらの樹脂は単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0040】

前記光透過領域の波長500～700nmの全領域における光透過率を80%以上にする手段としては、前記各樹脂の構造として、波長500～700nmの光に対して吸収帯をもつ骨格をなくすこと、または要求される光透過性を損なわない程度に配合することが好ましい。また、各樹脂中の分子鎖方向への電子の流れである共鳴の長さを低減させることも一つの手段である。なぜなら、樹脂を構成する各モノマーの骨格が上記波長領域で大きな吸収を持っていないくても、各モノマーが重合することで、分子鎖方向への電子の流れである共鳴構造が発達すると、樹脂の光吸収帯が長波長側にシフトしやすくなると考えられるからである。そのため、共鳴構造を切断する骨格を分子内に挿入することなどが好ましい手段である。さらに、分子間の電荷移動を低減させることも一つである。そのため、屈曲性のある高分子鎖、バルキーな官能基を持った高分子鎖、又は電子吸引性や電子供与性の高い骨格を多く含まない高分子鎖等からなる樹脂を用いることが好ましい。

【0041】

また、pH11のKOH水溶液への浸漬前後の光透過率の変化を少なくする手段としては、アルカリ水溶液に対する光透過領域に用いる材料の耐久性を高める方法が考えられる。アルカリ水溶液に対する耐久性の低い材料を用いた場合、材料表面から劣化が進行し、光透過率を低下させることになる。

【0042】

また、研磨領域に用いられる形成材料や研磨領域の物性に類似する材料を用いることが好ましい。特に、研磨中のドレッシング痕による光透過領域の光散乱を抑制できる耐摩耗性の高いポリウレタン樹脂が望ましい。

【0043】

前記ポリウレタン樹脂は、有機イソシアネート、ポリオール（高分子量ポリオール、低分子量ポリオール）、及び鎖延長剤からなるものである。

【0044】

有機イソシアネートとしては、2,4-トルエンジイソシアネート、2,6-トルエンジイソシアネート、2,2'-ジフェニルメタンジイソシアネート、2,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、1,5-ナフタレンジイソシアネート、p-フェニレンジイソシアネート、m-フェニレンジイソシアネート、p-キシリレンジイソシアネート、m-キシリレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、1,4-シクロヘキサレンジイソシアネート、4,4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、イソホロレンジイソシアネート等が挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0045】

有機イソシアネートとしては、上記ジイソシアネート化合物の他に、3官能以上の多官能ポリイソシアネート化合物も使用可能である。多官能のイソシアネート化合物としては、デスモジュールN（バイエル社製）やデュラネート（旭化成工業社製）など、一連のジイソシアネートアダクト体化合物が市販されている。これら3官能以上のポリイソシアネート化合物は、単独で使用するとプレポリマー合成に際して、ゲル化しやすいため、ジイソシアネート化合物に添加して使用することが好ましい。

【0046】

高分子量ポリオールとしては、ポリテトラメチレンエーテルグリコールに代表されるポリエーテルポリオール、ポリブチレンアジペートに代表されるポリエステルポリオール、ポリカプロラクトンポリオール、ポリカプロラク톤のようなポリエステルグリコールとアルキレンカーボネートとの反応物などで例示されるポリエステルポリカーボネートポリ

オール、エチレンカーボネートを多価アルコールと反応させ、次いで得られた反応混合物を有機ジカルボン酸と反応させたポリエステルポリカーボネートポリオール、及びポリヒドキシル化合物とアリアルカーボネートとのエステル交換反応により得られるポリカーボネートポリオールなどが好ましい。特に、アルカリ水溶液に対する耐久性を向上させるために、ポリエーテルポリオール、ポリカプロラクトンポリオール、ポリエステルポリカーボネートポリオールなどを用いることが好ましい。メチレン鎖の短いグリコールアジペート系を使用する場合には、芳香族系の酸と共重合することが好ましい。また、光透過率を向上させるために、長い共鳴構造を持たない高分子量ポリオールや、電子吸引性・電子供与性の高い骨格構造をあまり持たない高分子量ポリオールを用いることが好ましい。これらは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0047】

また、ポリオールとして上述した高分子量ポリオールの他に、エチレングリコール、1, 2-プロピレングリコール、1, 3-プロピレングリコール、1, 4-ブタンジオール、1, 6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、1, 4-シクロヘキサジメタノール、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1, 4-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン等の低分子量ポリオールを併用してもよい。

【0048】

鎖延長剤としては、エチレングリコール、1, 2-プロピレングリコール、1, 3-プロピレングリコール、1, 4-ブタンジオール、1, 6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、1, 4-シクロヘキサジメタノール、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1, 4-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン等の低分子量ポリオール類、あるいは2, 4-トルエンジアミン、2, 6-トルエンジアミン、3, 5-ジエチル-2, 4-トルエンジアミン、4, 4'-ジ-sec-ブチル-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、2, 2', 3, 3'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジエチル-5, 5'-ジメチルジフェニルメタン、3, 3'-ジエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-メチレン-ビス-メチルアンスラニレート、4, 4'-メチレン-ビス-アンスラニリックアシッド、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、N, N'-ジ-sec-ブチル-p-フェニレンジアミン、4, 4'-メチレン-ビス(3-クロロ-2, 6-ジエチルアミン)、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノ-5, 5'-ジエチルジフェニルメタン、1, 2-ビス(2-アミノフェニルチオ)エタン、トリメチレングリコール-ジ-p-アミノベンゾエート、3, 5-ビス(メチルチオ)-2, 4-トルエンジアミン等に例示されるポリアミン類を挙げることができる。これらは1種で用いても、2種以上を混合しても差し支えない。ただし、ポリアミン類については自身が着色していたり、これらを用いてなる樹脂が着色する場合も多いため、物性や光透過性を損なわない程度に配合することが好ましい。また、芳香族炭化水素基を有する化合物を用いると短波長側での光透過率が低下する傾向にあるため、このような化合物を用いないことが特に好ましい。また、ハロゲン基やチオ基などの電子供与性基又は電子吸引性基が芳香環等に結合している化合物は、光透過率が低下する傾向にあるため、このような化合物を用いないことが特に好ましい。ただし、短波長側要求される光透過性を損なわない程度に配合してもよい。

【0049】

前記ポリウレタン樹脂における有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤の比は、各々の分子量やこれらから製造される光透過領域の所望物性などにより適宜変更できる。光透過領域が前記特性を得るためには、ポリオールと鎖延長剤の合計官能基(水酸基+アミノ基)数に対する有機イソシアネートのイソシアネート基数が0.95~1.15であることが好ましく、さらに好ましくは0.99~1.10である。

【0050】

前記ポリウレタン樹脂は、熔融法、溶液法など公知のウレタン化技術を応用して製造することができるが、コスト、作業環境などを考慮した場合、熔融法で製造することが好ましい。

【0051】

前記ポリウレタン樹脂の重合手順としては、プレポリマー法、ワンショット法のどちらでも可能であるが、事前に有機イソシアネートとポリオールからイソシアネート末端プレポリマーを合成しておき、これに鎖延長剤を反応させるプレポリマー法が好ましい。なお、有機イソシアネートとポリオールから製造されるイソシアネート末端プレポリマーが市販されているが、本発明に適合するものであれば、それらを用いて、プレポリマー法によりポリウレタン樹脂を合成することも可能である。

【0052】

光透過領域の作製方法は特に制限されず、公知の方法により作製できる。例えば、前記方法により製造したポリウレタン樹脂のブロックをバンドソー方式やカンナ方式のスライサーを用いて所定厚みにする方法、所定厚みのキャビティーを持った金型に樹脂を流し込み硬化させる方法、コーティング技術やシート成形技術を用いた方法などが挙げられる。なお、光透過領域に気泡がある場合には、光の散乱により反射光の減衰が大きくなり研磨終点検出精度や膜厚測定精度が低下する傾向にある。したがって、このような気泡を除去するために前記材料を混合する前に 10 Torr 以下に減圧することにより材料中に含まれる気体を十分に除去することが好ましい。また、混合後の攪拌工程においては気泡が混入しないように、通常用いられる攪拌翼式ミキサーの場合には、回転数 100 rpm 以下で攪拌することが好ましい。また、攪拌工程においても減圧下で行うことが好ましい。さらに、自転公転式混合機は、高回転でも気泡が混入しにくいため、該混合機を用いて攪拌、脱泡を行うことも好ましい方法である。

【0053】

光透過領域の形状、大きさは特に制限されるものではないが、研磨領域の開口部と同様の形状、大きさにすることが好ましい。

【0054】

光透過領域の厚さは 0.5 ~ 4 mm であり、好ましくは 0.6 ~ 3.5 mm である。光透過領域は、研磨領域の厚みと同一厚さ、又はそれ以下にすることが好ましい。光透過領域が研磨領域より厚い場合には、研磨中に突き出た部分によりウエハを傷つけるおそれがある。一方、薄すぎる場合には耐久性が不十分になる。

【0055】

また、光透過領域の厚みのバラツキは、100 μ m 以下であることが好ましく、さらに好ましくは 50 μ m 以下である。厚みのバラツキが 100 μ m を越える場合には、大きなうねりを持ったものとなり、ウエハに対する接触状態が異なる部分が発生するため研磨特性に影響を及ぼす傾向にある。

【0056】

厚みのバラツキを抑える方法としては、所定厚みにしたシート表面をバフイングする方法が挙げられる。バフイングは、粒度などが異なる研磨シートを用いて段階的に行うことが好ましい。なお、光透過領域をバフイングする場合には、表面粗さは小さければ小さい程良い。表面粗さが大きい場合には、光透過領域表面で入射光が乱反射するため光透過率が下がり、検出精度が低下する傾向にある。

【0057】

研磨領域の形成材料は、研磨層の材料として通常用いられるものであれば特に制限なく使用できるが、本発明においては微細発泡体を用いることが好ましい。微細発泡体とすることにより表面にある気泡部分にスラリーを保持することができ、研磨速度を大きくすることができる。

【0058】

研磨領域の形成材料としては、例えば、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ハロゲン系樹脂（ポリ塩化ビニル、ポ

リテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデンなど)、ポリスチレン、オレフィン系樹脂(ポリエチレン、ポリプロピレンなど)、エポキシ樹脂、及び感光性樹脂などが挙げられる。これらは単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。なお、研磨領域の形成材料は、光透過領域と同組成でも異なる組成であってもよいが、光透過領域に用いられる形成材料と同種の材料を用いることが好ましい。

【0059】

ポリウレタン樹脂は耐摩耗性に優れ、原料組成を種々変えることにより所望の物性を有するポリマーを容易に得ることができるため、研磨領域の形成材料として特に好ましい材料である。

【0060】

前記ポリウレタン樹脂は、有機イソシアネート、ポリオール(高分子量ポリオール、低分子量ポリオール)、鎖延長剤からなるものである。

【0061】

使用する有機イソシアネートは特に制限されず、例えば、前記有機イソシアネートが挙げられる。

【0062】

使用する高分子量ポリオールは特に制限されず、例えば、前記高分子量ポリオールが挙げられる。なお、これら高分子量ポリオールの数平均分子量は、特に限定されるものではないが、得られるポリウレタンの弾性特性等の観点から500~2000であることが好ましい。数平均分子量が500未満であると、これを用いたポリウレタンは十分な弾性特性を有さず、脆いポリマーとなる。そのためこのポリウレタンから製造される研磨パッドは硬くなりすぎ、ウエハ表面のスクラッチの原因となる。また、摩耗しやすくなるため、パッド寿命の観点からも好ましくない。一方、数平均分子量が2000を超えると、これを用いたポリウレタンは軟らかくなりすぎるため、このポリウレタンから製造される研磨パッドは平坦化特性に劣る傾向にある。

【0063】

また、ポリオールとしては、高分子量ポリオールの他に、前記低分子量ポリオールを併用することもできる。

【0064】

また、ポリオール中の高分子量ポリオールと低分子量ポリオールの比は、これらから製造される研磨領域に要求される特性により決められる。

【0065】

鎖延長剤としては、4, 4'-メチレンビス(o-クロロアニリン)、2, 6-ジクロロ-p-フェニレンジアミン、4, 4'-メチレンビス(2, 3-ジクロロアニリン)等に例示されるポリアミン類、あるいは、上述した低分子量ポリオールを挙げることができる。これらは1種で用いても、2種以上を併用してもよい。

【0066】

前記ポリウレタン樹脂における有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤の比は、各々の分子量やこれらから製造される研磨領域の所望物性などにより種々変え得る。研磨特性に優れる研磨領域を得るためには、ポリオールと鎖延長剤の合計官能基(水酸基+アミノ基)数に対する有機イソシアネートのイソシアネート基数は0.95~1.15であることが好ましく、さらに好ましくは0.99~1.10である。

【0067】

前記ポリウレタン樹脂は、前記方法と同様の方法により製造することができる。なお、必要に応じてポリウレタン樹脂に酸化防止剤等の安定剤、界面活性剤、滑剤、顔料、充填剤、帯電防止剤、その他の添加剤を添加してもよい。

【0068】

前記ポリウレタン樹脂を微細発泡させる方法は特に制限されないが、例えば中空ビーズを添加する方法、機械的発泡法、及び化学的発泡法等により発泡させる方法などが挙げられる。なお、各方法を併用してもよいが、特にポリアルキルシロキサンとポリエーテルと

の共重合体であって活性水素基を有しないシリコン系界面活性剤を使用した機械的発泡法が好ましい。該シリコン系界面活性剤としては、SH-192（東レダウコーニングシリコン製）等が好適な化合物として例示される。

【0069】

研磨領域に用いられる独立気泡タイプのポリウレタン発泡体を製造する方法の例について以下に説明する。かかるポリウレタン発泡体の製造方法は、以下の工程を有する。

【0070】

1) イソシアネート末端プレポリマーの気泡分散液を作製する攪拌工程

イソシアネート末端プレポリマーにシリコン系界面活性剤を添加し、そして非反応性気体と攪拌し、非反応性気体を微細気泡として分散させて気泡分散液とする。イソシアネート末端プレポリマーが常温で固体の場合には適宜の温度に予熱し、溶融して使用する。

【0071】

2) 硬化剤（鎖延長剤）混合工程

上記の気泡分散液に鎖延長剤を添加し、混合攪拌する。

【0072】

3) 硬化工程

鎖延長剤を混合したイソシアネート末端プレポリマーを注型し、加熱硬化させる。

【0073】

微細気泡を形成するために使用される非反応性気体としては、可燃性でないものが好ましく、具体的には窒素、酸素、炭酸ガス、ヘリウムやアルゴン等の希ガスやこれらの混合気体が例示され、乾燥して水分を除去した空気の使用がコスト的にも最も好ましい。

【0074】

非反応性気体を微細気泡状にしてシリコン系界面活性剤を含むイソシアネート末端プレポリマーに分散させる攪拌装置としては、公知の攪拌装置を特に限定なく使用可能であり、具体的にはホモジナイザー、ディゾルバー、2軸遊星型ミキサー（プラネタリーミキサー）等が例示される。攪拌装置の攪拌翼の形状も特に限定されないが、ホイッパー型の攪拌翼の使用すると微細気泡が得られるため好ましい。

【0075】

なお、攪拌工程において気泡分散液を作成する攪拌と、混合工程における鎖延長剤を添加して混合する攪拌は、異なる攪拌装置を使用することも好ましい態様である。特に混合工程における攪拌は気泡を形成する攪拌でなくともよく、大きな気泡を巻き込まない攪拌装置の使用が好ましい。このような攪拌装置としては、遊星型ミキサーが好適である。攪拌工程と混合工程の攪拌装置を同一の攪拌装置を使用しても支障はなく、必要に応じて攪拌翼の回転速度を調整する等の攪拌条件の調整を行って使用することも好適である。

【0076】

前記ポリウレタン微細発泡体の製造方法においては、気泡分散液を型に流し込んで流動しなくなるまで反応した発泡体を、加熱、ポストキュアすることは、発泡体の物理的特性を向上させる効果があり、極めて好適である。金型に気泡分散液を流し込んで直ちに加熱オープン中に入れてポストキュアを行う条件としてもよく、そのような条件下でもすぐに反応成分に熱が伝達されないので、気泡径が大きくなることはない。硬化反応は、常圧で行うと気泡形状が安定するため好ましい。

【0077】

前記ポリウレタン樹脂の製造において、第3級アミン系、有機スズ系等の公知のポリウレタン反応を促進する触媒を使用してもかまわない。触媒の種類、添加量は、混合工程後、所定形状の型に流し込む流動時間を考慮して選択する。

【0078】

前記ポリウレタン発泡体の製造は、容器に各成分を計量して投入し、攪拌するバッチ方式であってもよく、また攪拌装置に各成分と非反応性気体を連続して供給して攪拌し、気泡分散液を送り出して成形品を製造する連続生産方式であってもよい。

【0079】

研磨層となる研磨領域は、以上のようにして作製されたポリウレタン発泡体を、所定のサイズに裁断して製造される。

【0080】

本発明の研磨領域は、ウエハと接触する研磨側表面に、スラリーを保持・更新するための溝が設けられていることが好ましい。研磨領域が微細発泡体により形成されている場合には研磨表面に多くの開口を有し、スラリーを保持する働きを持っているが、更なるスラリーの保持性とスラリーの更新を効率よく行うため、またウエハとの吸着によるウエハの破壊を防ぐためにも、研磨側表面に溝を有することが好ましい。溝は、スラリーを保持・更新する表面形状であれば特に限定されるものではなく、例えば、XY格子溝、同心円状溝、貫通孔、貫通していない穴、多角柱、円柱、螺旋状溝、偏心円状溝、放射状溝、及びこれらの溝を組み合わせたものが挙げられる。また、溝ピッチ、溝幅、溝深さ等も特に制限されず適宜選択して形成される。さらに、これらの溝は規則性のあるものが一般的であるが、スラリーの保持・更新性を望ましいものにするため、ある範囲ごとに溝ピッチ、溝幅、溝深さ等を変化させることも可能である。

【0081】

前記溝の形成方法は特に限定されるものではないが、例えば、所定サイズのバイトのような治具を用い機械切削する方法、所定の表面形状を有した金型に樹脂を流しこみ硬化させる方法、所定の表面形状を有したプレス板で樹脂をプレスして形成する方法、フォトリソグラフィを用いて形成する方法、印刷手法を用いて形成する方法、及び炭酸ガスレーザーなどを用いたレーザー光により形成する方法などが挙げられる。

【0082】

研磨領域の厚みは特に限定されるものではないが、0.8～4mm程度である。前記厚みの研磨領域を作製する方法としては、前記微細発泡体のブロックをバンドソー方式やカンナ方式のスライサーを用いて所定厚みにする方法、所定厚みのキャビティーを持った金型に樹脂を流し込み硬化させる方法、及びコーティング技術やシート成形技術を用いた方法などが挙げられる。

【0083】

また、研磨領域の厚みのバラツキは、100 μ m以下であることが好ましく、特に50 μ m以下であることが好ましい。厚みのバラツキが100 μ mを超える場合には、研磨領域が大きくなねりを持ったものとなり、ウエハに対する接触状態が異なる部分ができ、研磨特性に悪影響を与える傾向にある。また、研磨領域の厚みのバラツキを解消するため、一般的には研磨初期に研磨領域の表面をダイヤモンド砥粒を電着、又は融着させたドレッサーを用いてドレッシングするが、上記範囲を超えたものは、ドレッシング時間が長くなり、生産効率を低下させることになる。また、厚みのバラツキを抑える方法としては、所定厚みにした研磨領域表面をバフイングする方法もある。バフイングする際には、粒度などが異なる研磨シートで段階的に行うことが好ましい。

【0084】

研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドの作成方法は特に制限されず、種々の方法が考えられるが、具体的な例を以下に説明する。なお、下記具体例ではクッション層を設けた研磨パッドについて記載しているが、クッション層を設けない研磨パッドであってもよい。

【0085】

まず1つめの例は、図2に示すように、所定の大きさに開口した研磨領域9を両面テープ10と貼り合わせ、その下に研磨領域9の開口部に合わせるように、所定の大きさに開口したクッション層11を貼り合わせる。次に、クッション層11に離型紙13のついた両面テープ12を貼りあわせ、研磨領域9の開口部に光透過領域8をはめ込み、貼り合わせる方法である。

【0086】

2つめの具体例としては、図3に示すように、所定の大きさに開口した研磨領域9を両面テープ10と貼り合わせ、その下にクッション層11を貼り合わせる。その後、研磨領

域 9 の開口部に合わせるように、両面テープ 10、及びクッション層 11 を所定の大きさに開口する。次に、クッション層 11 に離型紙 13 のついた両面テープ 12 を貼りあわせ、研磨領域 9 の開口部に光透過領域 8 をはめ込み、貼り合わせる方法である。

【0087】

3 つめの具体例としては、図 4 に示すように、所定の大きさに開口した研磨領域 9 を両面テープ 10 と貼り合わせ、その下にクッション層 11 を貼り合わせる。次に、クッション層 11 の反対面に離型紙 13 のついた両面テープ 12 を貼りあわせ、その後、研磨領域 9 の開口部に合わせるように、両面テープ 10 から離型紙 13 まで所定の大きさに開口する。研磨領域 9 の開口部に光透過領域 8 をはめ込み、貼り合わせる方法である。なおこの場合、光透過領域 8 の反対側が開放された状態になり、埃等がたまる可能性があるため、それを塞ぐ部材 14 を取り付けることが好ましい。

【0088】

4 つめの具体例としては、図 5 に示すように、離型紙 13 のついた両面テープ 12 を貼り合わせたクッション層 11 を所定の大きさに開口する。次に所定の大きさに開口した研磨領域 9 を両面テープ 10 と貼り合わせ、これらを開口部が合うように貼りあわせる。そして研磨領域 9 の開口部に光透過領域 8 をはめ込み、貼り合わせる方法である。なおこの場合、研磨領域の反対側が開放された状態になり、埃等がたまる可能性があるため、それを塞ぐ部材 14 を取り付けることが好ましい。

【0089】

前記研磨パッドの作成方法において、研磨領域やクッション層などを開口する手段は特に制限されるものではないが、例えば、切削能力をもつ治具をプレスして開口する方法、炭酸レーザーなどによるレーザーを利用する方法、及びバイトのような治具にて研削する方法などが挙げられる。なお、研磨領域の開口部の大きさ及び形状は特に制限されない。

【0090】

前記クッション層は、研磨領域（研磨層）の特性を補うものである。クッション層は、CMP において、トレードオフの関係にあるプラナリティとユニフォーミティの両者を両立させるために必要なものである。プラナリティとは、パターン形成時に発生する微小凹凸のあるウエハを研磨した時のパターン部の平坦性をいい、ユニフォーミティとは、ウエハ全体の均一性をいう。研磨層の特性によって、プラナリティを改善し、クッション層の特性によってユニフォーミティを改善することを行う。本発明の研磨パッドにおいては、クッション層は研磨層より柔らかいものを用いることが好ましい。

【0091】

前記クッション層の形成材料は特に制限されないが、例えば、ポリエステル不織布、ナイロン不織布、アクリル不織布などの繊維不織布、ポリウレタンを含浸したポリエステル不織布のような樹脂含浸不織布、ポリウレタンフォーム、ポリエチレンフォームなどの高分子樹脂発泡体、ブタジエンゴム、イソブレンゴムなどのゴム性樹脂、及び感光性樹脂などが挙げられる。

【0092】

研磨領域 9 に用いられる研磨層とクッション層 11 とを貼り合わせる手段としては、例えば、研磨領域とクッション層を両面テープで挟み、プレスする方法が挙げられる。

【0093】

両面テープは、不織布やフィルム等の基材の両面に接着層を設けた一般的な構成を有するものである。クッション層へのスラリーの浸透等を防ぐことを考慮すると、基材にフィルムを用いることが好ましい。また、接着層の組成としては、例えば、ゴム系接着剤やアクリル系接着剤等が挙げられる。金属イオンの含有量を考慮すると、アクリル系接着剤は金属イオン含有量が少ないため好ましい。また、研磨領域とクッション層は組成が異なることもあるため、両面テープの各接着層の組成を異なるものとし、各層の接着力を適正化することも可能である。

【0094】

クッション層 11 と両面テープ 12 とを貼り合わせる手段としては、クッション層に両

面テープをプレスして接着する方法が挙げられる。

【0095】

両面テープは、上述と同様に不織布やフィルム等の基材の両面に接着層を設けた一般的な構成を有するものである。研磨パッドの使用後に、プラテンから剥がすことを考慮すると、基材にフィルムを用いるとテープ残り等を解消することができるため好ましい。また、接着層の組成は、上述と同様である。

【0096】

前記部材14は、開口部を塞ぐものであれば特に制限されるものではない。但し、研磨を行う際には、剥離可能なものでなければならない。

【0097】

半導体デバイスは、前記研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を経て製造される。半導体ウエハとは、一般にシリコンウエハ上に配線金属及び酸化膜を積層したものである。半導体ウエハの研磨方法、研磨装置は特に制限されず、例えば、図1に示すように研磨パッド1を支持する研磨定盤2と、半導体ウエハ4を支持する支持台5（ポリシングヘッド）とウエハへの均一加圧を行うためのバックング材と、研磨剤3の供給機構を備えた研磨装置などを用いて行われる。研磨パッド1は、例えば、両面テープで貼り付けることにより、研磨定盤2に装着される。研磨定盤2と支持台5とは、それぞれに支持された研磨パッド1と半導体ウエハ4が対向するように配置され、それぞれに回転軸6、7を備えている。また、支持台5側には、半導体ウエハ4を研磨パッド1に押し付けるための加圧機構が設けてある。研磨に際しては、研磨定盤2と支持台5とを回転させつつ半導体ウエハ4を研磨パッド1に押し付け、アルカリ性のスラリーを供給しながら研磨を行う。スラリーの流量、研磨荷重、研磨定盤回転数、及びウエハ回転数は特に制限されず、適宜調整して行う。

【0098】

これにより半導体ウエハ4の表面の突出した部分が除去されて平坦状に研磨される。その後、ダイシング、ボンディング、パッケージング等することにより半導体デバイスが製造される。半導体デバイスは、演算処理装置やメモリー等に用いられる。

【実施例】

【0099】

以下、本発明の構成と効果を具体的に示す実施例等について説明する。なお、実施例等における評価項目は下記のようにして測定した。

【0100】

（浸漬前の光透過率の測定）

作製した光透過領域部材を2cm×6cm（厚み：任意）の大きさに切り出して光透過率測定用試料とした。分光光度計（日立製作所製、U-3210 Spectrophotometer）を用いて、測定波長域400～700nmで測定した。これらの光透過率の測定結果をLambert-Beerの法則を用いて、厚み1mmの光透過率に換算した。

【0101】

（pH11のKOH水溶液に24時間浸漬した後の光透過率の測定）

作製した光透過領域部材を2cm×6cm（厚み：任意）の大きさに切り出して光透過率測定用試料を得て、それをpH11に調整したKOH水溶液（50ml、60℃）中に24時間浸漬した。その後、試料を取り出し、表面の水溶液をふき取り、前記分光光度計を用いて、測定波長域400～700nmで測定した。これらの光透過率の測定結果をLambert-Beerの法則を用いて、厚み1mmの光透過率に換算した。

【0102】

（浸漬前後の光透過率の差である ΔT （%）の算出）

pH11のKOH水溶液に24時間浸漬した後の測定波長 λ における光透過率 T_1 （%）と、浸漬前の測定波長 λ における光透過率 T_0 （%）との差から ΔT （%）を算出した。測定波長範囲は400～700nmであり、測定波長 λ として700、600、500

、及び400nmにおける各光透過率を用いて評価を行った。

$$\Delta T (\%) = (\text{浸漬前の光透過率 } T_0) - (\text{浸漬後の光透過率 } T_1)$$

(平均気泡径測定)

厚み1mm程度になるべく薄くマイクロトームカッターで平行に切り出した研磨領域を平均気泡径測定用試料とした。試料をスライドガラス上に固定し、画像処理装置(東洋紡績社製、Image Analyzer V10)を用いて、任意の0.2mm×0.2mm範囲の全気泡径を測定し、平均気泡径を算出した。

【0103】

(比重測定)

JIS Z8807-1976に準拠して行った。4cm×8.5cmの短冊状(厚み:任意)に切り出した研磨領域を比重測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定には比重計(ザルトリウス社製)を用い、比重を測定した。

【0104】

(アスカード硬度測定)

JIS K6253-1997に準拠して行った。2cm×2cm(厚み:任意)の大きさに切り出した研磨領域を硬度測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定時には、試料を重ね合わせ、厚み6mm以上とした。硬度計(高分子計器社製、アスカード型硬度計)を用い、硬度を測定した。

【0105】

(圧縮率および圧縮回復率測定)

直径7mmの円(厚み:任意)に切り出した研磨領域(研磨層)を圧縮率および圧縮回復率測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で40時間静置した。測定には熱分析測定器TMA(SEIKO INSTRUMENTS製、SS6000)を用い、圧縮率と圧縮回復率を測定した。圧縮率と圧縮回復率の計算式を下記に示す。

【0106】

$$\text{圧縮率}(\%) = \{(T_1 - T_2) / T_1\} \times 100$$

T₁: 研磨層に無負荷状態から30KPa (300g/cm²)の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

T₂: T₁の状態から180KPa (1800g/cm²)の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

$$\text{圧縮回復率}(\%) = \{(T_3 - T_2) / (T_1 - T_2)\} \times 100$$

T₁: 研磨層に無負荷状態から30KPa (300g/cm²)の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

T₂: T₁の状態から180KPa (1800g/cm²)の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

T₃: T₂の状態から無負荷状態で60秒間保持し、その後、30KPa (300g/cm²)の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

(貯蔵弾性率測定)

JIS K7198-1991に準拠して行った。3mm×40mmの短冊状(厚み:任意)に切り出した研磨領域を動的粘弾性測定用試料とし、23℃の環境条件で、シリカゲルを入れた容器内に4日間静置した。切り出した後の各シートの正確な幅および厚みの計測は、マイクロメータにて行った。測定には動的粘弾性スペクトロメーター(岩本製作所製、現アイエス技研)を用い、貯蔵弾性率E'を測定した。その際の測定条件を下記に示す。

<測定条件>

測定温度 : 40℃

印加歪 : 0.03%

初期荷重 : 20 g
周波数 : 1 Hz

(膜厚検出評価A)

ウエハの膜厚の光学的検出評価Aは以下のような手法で行った。ウエハとして、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1 μ m 製膜したものを、その上に、まず前記浸漬前の光透過領域(厚さ: 1.25 mm)を設置した。干渉式膜厚測定装置(大塚電子社製)を用い、波長領域400~700 nmにおいて膜厚測定を数回行った。算出される膜厚結果、及び各波長での干渉光の山と谷の状況確認を行い、浸漬前の光透過領域の膜厚検出を以下のような基準で評価した。その後、前記浸漬後の光透過領域を設置し、同様の測定を行った。そして、浸漬前の結果と比較し、KOH水溶液浸漬前後での膜厚検出変化を以下のような基準で評価した。

浸漬前評価

- : 非常に再現性良く膜厚が測定されている。
- △: 再現性良く膜厚が測定されている。
- ×: 再現性が悪く、検出精度が不十分である。

浸漬前後評価

- : 浸漬前後で再現性よく膜厚が測定されている。
- ×: 浸漬前後で再現性が悪く、KOH水溶液浸漬により膜厚検出精度が低下した。

【0107】

(膜厚検出評価B)

ウエハの膜厚の光学的検出評価Bは以下のような手法で行った。ウエハとして、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1 μ m 製膜したものを、その上に、まず前記浸漬前の光透過領域(厚さ: 1.25 mm)を設置した。He-Neレーザーによる干渉式膜厚測定装置を用い、波長633 nmにおいて膜厚測定を数回行った。算出される膜厚結果、及び各波長での干渉光の山と谷の状況確認を行い、浸漬前の光透過領域の膜厚検出を以下のような基準で評価した。その後、前記浸漬後の光透過領域を設置し、同様の測定を行った。浸漬前の結果と比較し、KOH水溶液浸漬前後での膜厚検出変化を以下のような基準で検出評価した。

浸漬前評価

- : 再現性良く膜厚が測定されている。
- ×: 再現性が悪く、検出精度が不十分である。

浸漬前後評価

- : 浸漬前後で再現性よく膜厚が測定されている。
- ×: 浸漬前後で再現性が悪く、KOH水溶液浸漬により膜厚検出精度が低下した。

【0108】

(研磨特性の評価)

研磨装置としてSPP600S(岡本工作機械社製)を用い、作製した研磨パッドを用いて、研磨特性の評価を行った。研磨レートは、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1 μ m 製膜したものを、約0.5 μ m 研磨して、このときの時間から算出した。酸化膜の膜厚測定には、干渉式膜厚測定装置(大塚電子社製)を用いた。研磨条件としては、アルカリ性スラリーとしてシリカスラリー(SS12、キャボット社製)を研磨中に流量150 ml/minにて添加した。研磨荷重としては350 g/cm²、研磨定盤回転数35 rpm、ウエハ回転数30 rpmとした。面内均一性の評価は、上記のように研磨を行ったウエハの面内膜厚を28点測定し、下記式により面内均一性を求めた。面内均一性は値が小さいほど均一性が優れている。

面内均一性(%) = { (最大膜厚 - 最小膜厚) / (最大膜厚 + 最小膜厚) } × 100

[光透過領域の作製]

製造例1

アジピン酸とヘキサンジオールとエチレングリコールからなるポリエステルポリオール（数平均分子量 2400）128 重量部、及び 1, 4-ブタンジオール 30 重量部を混合し、70℃に温調した。この混合液に、予め 70℃に温調した 4, 4'-ジフェニルメタンジイソシアネート 100 重量部を加え、約 1 分間攪拌した。そして、100℃に保温した容器中に該混合液を流し込み、100℃で 8 時間ポストキュアを行ってポリウレタン樹脂を作製した。作製したポリウレタン樹脂を用い、インジェクション成型にて光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0109】

製造例 2

製造例 1 において、アジピン酸とヘキサンジオールとエチレングリコールからなるポリエステルポリオール（数平均分子量 2000）89 重量部、及び 1, 4-ブタンジオール 31 重量部に変更した以外は製造例 1 と同様の方法により光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0110】

製造例 3

製造例 1 において、ポリエステルポリオールの代わりにポリテトラメチレングリコール（数平均分子量 890）75 重量部を用い、1, 4-ブタンジオールの添加量を 28 重量部に変更した以外は製造例 1 と同様の方法により光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0111】

製造例 4

製造例 1 において、ポリエステルポリオールの代わりにポリカプロラクトンポリオール（数平均分子量 2000）120 重量部、及び 1, 4-ブタンジオール 31 重量部に変更した以外は製造例 1 と同様の方法により光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0112】

製造例 5

反応容器にトルエンジイソシアネート（2, 4-体 / 2, 6-体 = 80 / 20 の混合物）14790 重量部、4, 4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート 3930 重量部、ポリテトラメチレングリコール（数平均分子量：1006、分子量分布：1.7）25150 重量部、ジエチレングリコール 2756 重量部を入れ、80℃で 120 分間、加熱攪拌し、イソシアネート末端プレポリマー（イソシアネート当量：2.1 meq/g）を得た。このプレポリマー 100 重量部を減圧タンクに計量し、減圧（約 10 Torr）によりプレポリマー中に残存している気体を脱泡させた。脱泡した上記プレポリマーに、予め 120℃で溶融させておいた 4, 4'-メチレンビス（o-クロロアニリン）29 重量部を添加し、自転公転式ミキサー（シンキー社製）を用いて、回転数 800 rpm で約 3 分間攪拌した。そして該混合物を型に流し込み、110℃のオーブン中で 9 時間ポストキュアを行い、ポリウレタン樹脂シートを得た。その後、該ポリウレタン樹脂シートの両面をバフ研磨し、光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0113】

製造例 6

製造例 1 において、アジピン酸とヘキサンジオールとエチレングリコールからなるポリエステルポリオールの代わりに、アジピン酸とエチレングリコールからなるポリエステルポリオール（数平均分子量 2000）120 重量部、及び 1, 4-ブタンジオール 31 重量部に変更した以外は製造例 1 と同様の方法により光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0114】

製造例 7

製造例 5 において、4, 4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネートを 4, 4'-

ジイソシアネートジフェニルエーテル 3778 重量部に変更した以外は製造例 5 と同様の方法により光透過領域（縦 57 mm、横 19 mm、厚さ 1.25 mm）を作製した。

【0115】

〔研磨領域の作製〕

トルエンジイソシアネート（2，4-体／2，6-体＝80／20の混合物）1479 重量部、4，4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート 3930 重量部、ポリテトラメチレングリコール（数平均分子量：1006、分子量分布：1.7）25150 重量部、及びジエチレングリコール 2756 重量部を混合し、80℃で120分間、加熱攪拌してイソシアネート末端プレポリマー（イソシアネート当量：2.1 meq/g）を得た。反応容器内に、フィルタリングした前記プレポリマー 100 重量部、及びフィルタリングしたシリコン系ノニオン界面活性剤（東レ・ダウシリコン社製、SH192）3 重量部を混合し、温度を 80℃に調整した。攪拌翼を用いて、回転数 900 rpm で反応系内に気泡を取り込むように約 4 分間激しく攪拌を行った。そこへ予め 120℃で溶解し、フィルタリングした 4，4'-メチレンビス（o-クロロアニリン）（イハラケミカル社製、イハラキュアミン MT）26 重量部を添加した。約 1 分間攪拌を続け、その後パン型のオープンモールドへ反応溶液を流し込んだ。この反応溶液の流動性がなくなった時点でオープン内に入れ、110℃で 6 時間ポストキュアを行いポリウレタン樹脂発泡体ブロックを得た。このポリウレタン樹脂発泡体ブロックをバンドソータイプのスライサー（フェッケン社製）を用いてスライスし、ポリウレタン樹脂発泡体シートを得た。次にこのシートをバフ機（アミテック社製）を使用して、所定の厚さに表面バフをし、厚み精度を整えたシートとした（シート厚み：1.27 mm）。このバフ処理をしたシートを所定の直径（61 cm）に打ち抜き、溝加工機（東邦鋼機社製）を用いて表面に溝幅 0.25 mm、溝ピッチ 1.50 mm、溝深さ 0.40 mm の同心円状の溝加工を行った。このシートの溝加工面と反対側の面にラミ機を使用して、両面テープ（積水化学工業社製、ダブルタックテープ）を貼り、その後、この溝加工したシートの所定位置に光透過領域をはめ込むための穴（厚み 1.27 mm、57.5 mm×19.5 mm）を打ち抜いて両面テープ付き研磨領域を作製した。作製した研磨領域の各物性は、平均気泡径 45 μm、比重 0.86 g/cm³、アスカ D 硬度 53 度、圧縮率 1.0%、圧縮回復率 65.0%、貯蔵弾性率 275 MPa であった。

【0116】

〔研磨パッドの作製〕

実施例 1

表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレベフ、厚さ：0.8 mm）からなるクッション層を前記作製した両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、51 mm×13 mm の大きさでクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例 1 で作製した光透過領域をはめ込み、研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表 1 に示す。

【0117】

実施例 2

製造例 2 で作製した光透過領域を用い、実施例 1 と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表 1 に示す。

【0118】

実施例 3

製造例 3 で作製した光透過領域を用い、実施例 1 と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表 1 に示す。

【0119】

実施例 4

製造例 4 で作製した光透過領域を用い、実施例 1 と同様の方法により研磨パッドを作製

した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

【0120】

参考例1

製造例5で作製した光透過領域を用い、実施例1と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

【0121】

比較例1

製造例6で作製した光透過領域を用い、実施例1と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

【0122】

比較例2

製造例7で作製した光透過領域を用い、実施例1と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

【0123】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	参考例1	比較例1	比較例2
浸漬前の 光透過率(%)	700nm	94.2	94.1	93.2	93.4	93.6	95.1
	600nm	95.0	94.8	94.0	94.1	93.1	95.3
	500nm	94.9	94.8	93.7	93.5	89.2	94.8
	400nm	83.1	75.9	51.4	71.2	27.3	85.1
浸漬後の 光透過率(%)	700nm	86.1	86.5	85.9	90.1	89.5	83.5
	600nm	87.0	87	87.6	90.5	90.6	82.5
	500nm	86.9	85.6	87.3	90.2	84.5	81.0
	400nm	78.8	73.9	42.5	66.4	22.4	68.3
$\Delta T(\%)$	700nm	8.1	7.6	7.3	3.3	4.1	11.6
	600nm	8.0	7.8	6.4	3.6	2.5	12.8
	500nm	8.0	8.7	6.4	3.3	4.7	13.8
	400nm	4.3	2.0	8.9	4.8	4.9	16.8
400~700nmにおける 最大光透過率(%)	95.6	95.0	94.9	94.1	93.9	95.4	40.2
	83.3	75.8	49.9	71.2	27.5	85.1	9.8
	12.9	20.0	47.4	24.3	70.7	10.8	75.6
膜厚検出評価A	浸漬前	○	○	○	○	△	○
	浸漬前後	○	○	○	○	○	○
	浸漬前	○	○	○	○	○	○
	浸漬前後	○	○	○	○	○	○
研磨速度(A/min)	2300	2350	2350	2300	2300	2300	2350
	9	10	8	9	8	9	9
面内均一性(%)							

表 1 から、 ΔT が 10 % 以内である場合（実施例 1 ～ 4、参考例 1）には、アルカリ性スラリーを用いて研磨を行っても長期にわたり高精度の光学的終点検知を維持し続けることができる。 ΔT が 10 % を超える場合（比較例 1）には、アルカリ性スラリーを用いて研磨を行った際に高精度の光学的終点検知を長期にわたり維持し続けることができない。波長 500 ～ 700 nm の全領域における光透過率が 80 % 未満の場合（比較例 2）には、膜厚検出精度が不十分である。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図 1】 CMP 研磨で使用する従来の研磨装置の一例を示す概略構成図

【図 2】 本発明の研磨パッドの一例を示す概略断面図

【図 3】 本発明の研磨パッドの他の一例を示す概略断面図

【図 4】 本発明の研磨パッドの他の一例を示す概略断面図

【図 5】 本発明の研磨パッドの他の一例を示す概略断面図

【図 6】 本発明の終点検出装置を有する CMP 研磨装置の一例を示す概略構成図

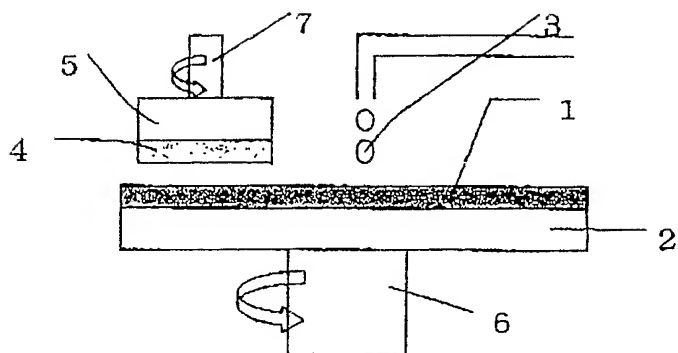
【符号の説明】

【0125】

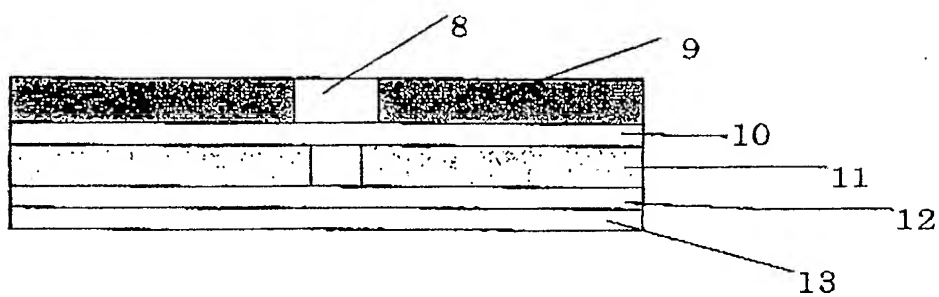
- 1：研磨パッド
- 2：定盤
- 3：研磨剤（スラリー）
- 4：被研磨対象物（ウエハ）
- 5：被研磨対象物（ウエハ）支持台（ポリシングヘッド）
- 6、7：回転軸
- 8：光透過領域
- 9：研磨領域
- 10、12：両面テープ
- 11：クッション層
- 13：離型紙（フィルム）
- 14：開口部を塞ぐ部材
- 15：レーザー干渉計
- 16：レーザービーム

【書類名】 図面

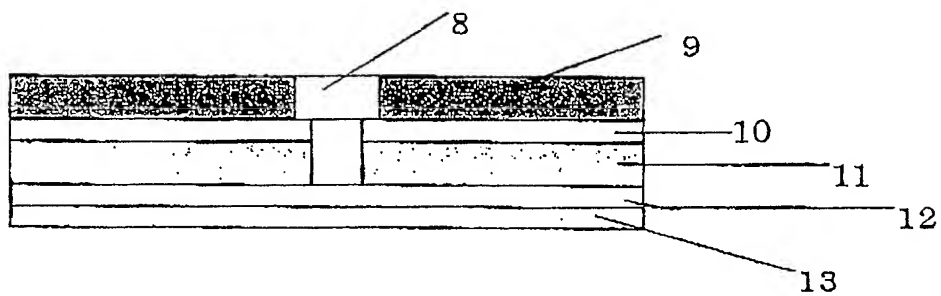
【図 1】



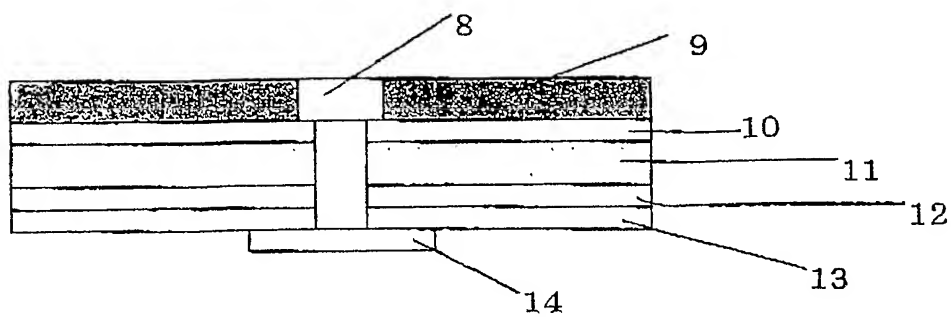
【図 2】



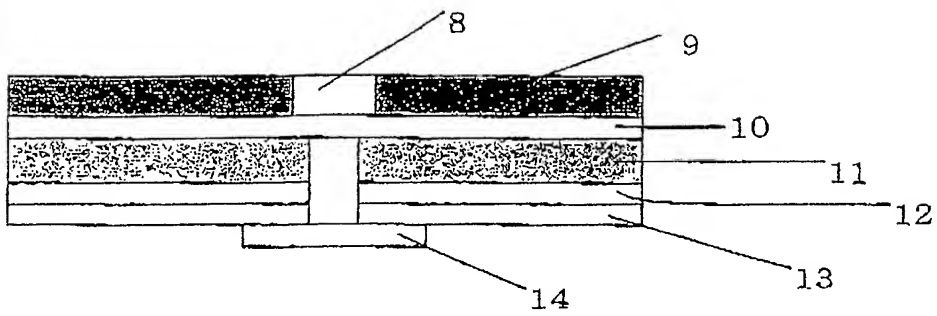
【図 3】



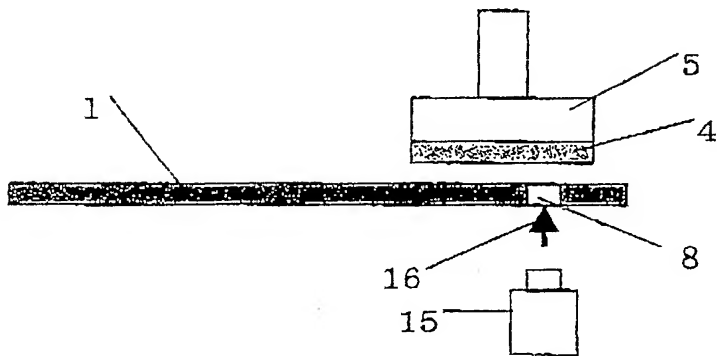
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アルカリ性スラリーを用いて研磨を行う場合でも、使用開始から使用終了時までの長期にわたり高精度の光学的終点検知を維持し続けることができる研磨パッド、及び該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、前記光透過領域は、厚さが0.5～4 mmであり、かつ波長500～700 nmの全領域における光透過率が80%以上であり、さらにpH11のKOH水溶液に24時間浸漬した後の測定波長 λ における光透過率 T_1 (%)と、浸漬前の測定波長 λ における光透過率 T_0 (%)との差である ΔT ($\Delta T = T_0 - T_1$) (%)が、測定波長400～700 nmの全範囲内で10 (%)以内であることを特徴とする研磨パッド。

【選択図】 図6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 6 9 4 2 3
受付番号	5 0 4 0 0 4 0 4 4 5 4
書類名	特許願
担当官	小菅 博 2 1 4 3
作成日	平成 1 6 年 3 月 1 7 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 3月11日

【書類名】 出願人名義変更届
【提出日】 平成16年 9月15日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2004- 69423
【承継人】
 【識別番号】 000003148
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 7 番 1 8 号
 【氏名又は名称】 東洋ゴム工業株式会社
 【代表者】 片岡 善雄
 【電話番号】 072-622-6891
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011246
 【納付金額】 4, 200円

特願 2004-069423

出願人履歴情報

識別番号

[000003160]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号

氏 名

東洋紡績株式会社

特願 2 0 0 4 - 0 6 9 4 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 1 4 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 7 番 1 8 号

氏 名

東洋ゴム工業株式会社